



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Setiap bidang usaha, baik itu berupa perusahaan barang atau jasa, selalu melakukan proses inventori pada persediaan atau inventori yang dimiliki. Persediaan dilakukan untuk memenuhi target usaha (keuntungan) atas hasil usaha yang dilakukan. Pengertian persediaan sendiri secara umum adalah segala sumber daya organisasi yang disimpan dalam antisipasinya terhadap pemenuhan permintaan (Teguh Baroto, 2002). Sedangkan jenis persediaan sendiri meliputi bahan baku (*raw material*), barang setengah jadi (*work in process - WIP*), *MRO* (*maintenance, repair and operating*), dan barang jadi (*finished good*). Persediaan yang dilakukan oleh sebuah perusahaan ditujukan untuk:

- Mengurangi resiko keterlambatan pemesanan/pengiriman bahan saat proses produksi berlangsung atau selama *lead time*.
- Mengurangi resiko kerusakan barang sehingga harus dipesan ulang atau diganti.
- Mempertahankan stabilitas operasi atau menjamin aliran proses produksi.
- Memanfaatkan secara optimal mesin – mesin produksi yang dimiliki sebagai bagian dari aset usaha.
- Memberikan pelayanan yang terbaik pada pelanggan.



Jenis persediaan sendiri dibedakan atas beberapa macam cara. Persediaan (*inventory*) dari segi fungsinya adalah (JR. Tony Arnold, CFPIM, CIRM, 1996):

- *Batch Stock* atau *Lost size inventory*, yaitu persediaan yang ada karena dibeli atau diproses dalam jumlah yang besar. Pembelian dalam jumlah besar untuk barang tertentu cenderung lebih menguntungkan. Selain mendapatkan potongan harga juga mengurangi biaya pengiriman/pemesanan.
- *Fluctuation Stock*, yaitu persediaan yang diadakan untuk mengantisipasi terjadinya perubahan pola konsumen yang tidak bisa/sulit diramalkan.
- *Anticipation Stock*, yaitu persediaan yang diadakan untuk mengantisipasi perubahan *demand* pada pangsa pasar yang ada. Selain itu persediaan ini dimaksudkan untuk menjaga kestabilan proses produksi akibat keterlambatan pemesanan/penerimaan barang.

Selain dari segi fungsi, persediaan dapat dikelompokkan dari jenis dan posisi barang dari urutan proses produksinya, misalkan untuk perusahaan galangan, yaitu (Jay Heizer & Barry Render, 2001):

- Persediaan bahan baku atau material mentah (*raw material inventory*), yaitu barang – barang yang akan digunakan dalam proses produksi, kecuali



barang – barang yang hanya akan diset - up secara langsung. Contoh dari persediaan ini adalah: pelat, profil, seng, ataupun kayu

- Persediaan barang setengah jadi (*work in process inventory – WIP*), persediaan ini berupa barang – barang yang dikeluarkan dari tahapan proses produksi, misalnya: lembaran pelat, profil, pipa – pipa, dan kabel.
- *MRO (maintenance, repair and operating)*
- Persediaan barang jadi (*finished good inventory*) misalnya: mesin utama, mesin bantu, motor listrik, pompa – pompa, dll.

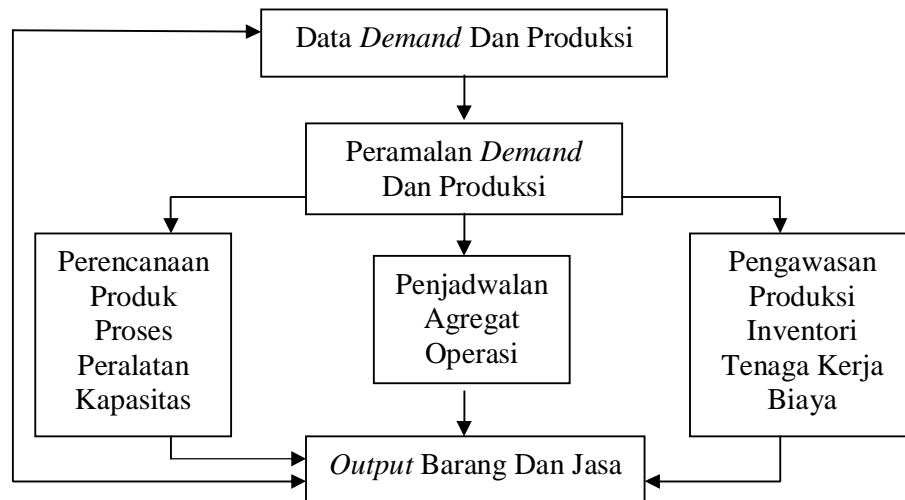
Pada perusahaan, investasi terhadap persediaan (*inventory*) mencapai sekitar 20 - 60 % dari total biaya produksi. Semakin besar persediaan, maka semakin besar pula biaya penyimpanan dan modal yang dikeluarkan. Modal yang seharusnya dapat dialokasikan untuk sektor lain yang lebih menguntungkan (*opportunity cost*) dapat terhambat karena kesalahan dalam pengelolaan *inventory*. Sebaliknya bila persediaan (*inventory*) dikurangi maka kemungkinan dapat terjadi *stock out*. Selain itu juga biaya untuk pengadaan darurat akan bertambah besar (Teguh Baroto, 2002).

Mengingat pentingnya persediaan/inventori dari sebuah perusahaan, maka perlu diadakan pengawasan selain itu perlu diterapkan suatu metode yang tepat guna memperhitungkan tingkatan inventori perusahaan agar tidak mengakibatkan terjadinya kerugian bagi perusahaan.



## II.1 Peramalan (*Forecasting*)

Langkah awal dalam melakukan proses produksi adalah dengan membuat sebuah ramalan (*forecast*) dari besar kecilnya permintaan yang akan dilakukan. Ramalan ini nantinya akan menjadi dasar dari kebijakan pengendalian dalam menentukan sistem inventori, pembebanan mesin, proses pengerjaan material dan kinerja mesin, dan untuk menentukan selang waktu (*periode*) antar proses produksi (Teguh Baroto, 2002). Keakuratan dari peramalan tergantung dari keakuratan data, kestabilan dari pembaruan data, panjang dari periode ramalan, dan metode ramalan yang dipilih. Konsep dasar dari peramalan adalah membuat prediksi masa mendatang dari data yang ada pada masa sebelumnya. Berikut adalah skema peramalan dalam kaitannya dengan sistem produksi dan operasi (Daniel Sipper & Robert L. Bulfin, 1998).



Gb. 1 Peramalan Dan Sistem Produksi Operasi



Sasaran peramalan dapat dikategorikan dalam 4 jangka waktu, yaitu segera ( $< 3$  bulan), jangka pendek (1 – 2 bulan), jangka menengah (3 bulan – 2 tahun), dan jangka panjang ( $> 2$  tahun). Pada bidang manajemen inventori, fungsi dari peramalan adalah sebagai berikut (Teguh Baroto, 2002)

**Tabel II. 1** Pengkategorian Jangka Waktu Peramalan

Segera ( $< 1$ bulan)	Jangka Pendek (1 – 2 bulan)	Jangka Menengah (3 bulan – 2 tahun)	Jangka Panjang ( $> 2$ Tahun)
<ul style="list-style-type: none"><li>• Permintaan masing – masing produk</li><li>• Permintaan untuk material</li><li>• <i>Demand</i> untuk barang setengah jadi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Permintaan untuk material</li><li>• <i>Demand</i> untuk barang setengah jadi</li><li>• <i>Demand</i> untuk produk jadi</li></ul>	Kemungkinan pemasok baru atau fasilitas transportasi	<ul style="list-style-type: none"><li>• Total penjualan</li><li>• Ekspansi gudang</li></ul>

Dalam memilih metode peramalan terdapat beberapa pertimbangan yang dapat digunakan, yaitu (Lalu Sumayang, 2003):

1. Pengguna dan kemampuannya dalam memahami konsep dari metode ramalan yang akan dipakai.
2. Data dan banyak sedikitnya waktu yang dimiliki serta persiapan dalam melakukan proses peramalan.
3. Penentuan tujuan dan karakteristik dari keputusan manajemen, antara lain:
  - Keakuratan hasil peramalan



- Jangka waktu yang akan digunakan untuk menerapkan hasil peramalan
- Jumlah dari item yang akan digunakan dalam peramalan.

Untuk meramal suatu keadaan ada beberapa metode yang dapat digunakan. Secara teknik, peramalan dapat dikategorikan menjadi 2, yaitu secara *quantitative* dan *qualitative*. Berdasarkan tingkatan awalnya, metode peramalan terbagi atas metode *top – down*, metode *bottom – up*, dan metode interpretasi permintaan (Teguh Baroto, 2002). Berikut adalah klasifikasi metode peramalan yang dapat diterapkan, yaitu (Lalu Sumayang, 2003):

1. Metode Qualitative ( *Judgmental Forecasting* )

Metode ini digunakan bila hanya terdapat sedikit data historis. Pada umumnya digunakan dalam meramal pengenalan produk dan jasa baru. Caranya adalah dengan menganalisis situasi di pasar atau dengan pendekatan sistematis.

2. Metode Quantitative - *Time Series* (Metode Extrapolative)

Metode ini dilakukan dengan cara membuat analisa yang selanjutnya akan diproyeksikan kedalam peramalan permintaan atau demand untuk waktu yang akan datang. Rumus dasar metode ini adalah:

$$Y(t) = (a+bt)[f(t)] + t \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

$Y(t)$  = adalah demand selama periode  $t$



a = *average level*

b = *trend*

f(t) = *seasonal*

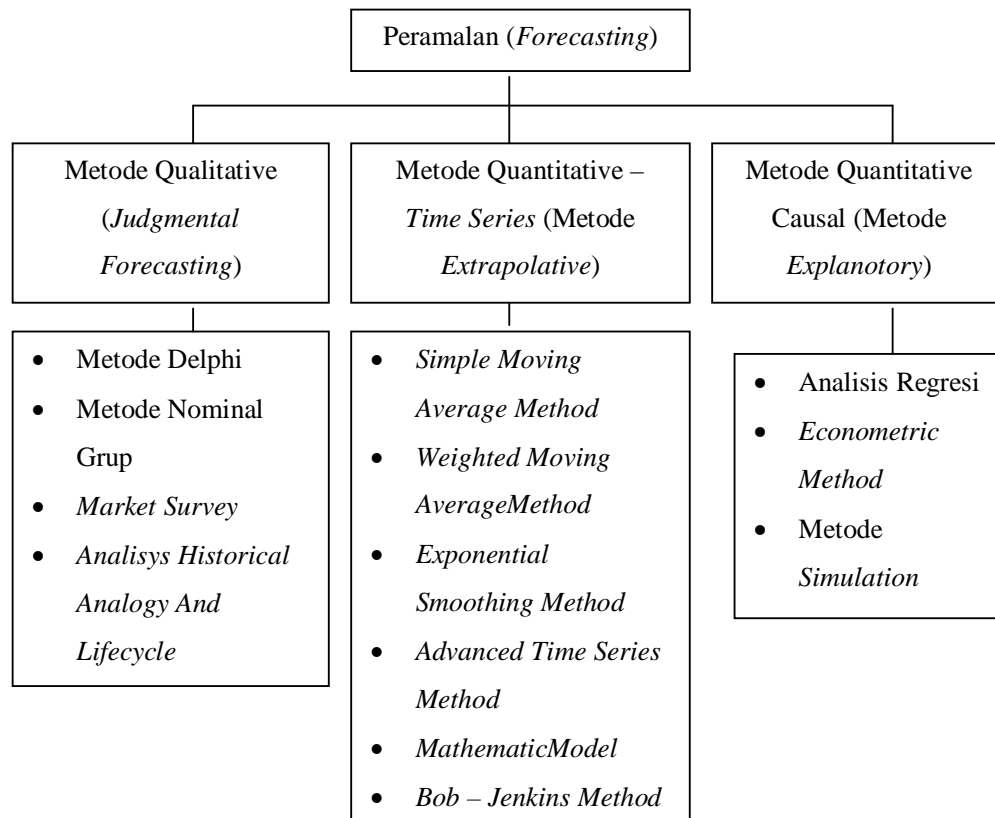
e = *random error*

### 3. Metode *Quantitative Causal* atau Metode Explanatory.

Metode ini dapat digunakan bila terdapat data historis dan data yang berkaitan dengan faktor ekonomi dengan pola kecenderungan, musiman, dan fluktuasi, sehingga dapat dibuat ramalan *demand* untuk masa mendatang.. Faktor ekonomi yang dibutuhkan adalah:

- Pendapatan (*disposable income*)
- Persediaan (*inventories*)
- Biaya hidup (*cost of living*)
- Pembangunan fasilitas baru.
- Rumah tangga baru (*new married*)

Dari metode – metode tersebut diatas terbagi atas beberapa metode lagi (Elsayed, A. Elsayed & T. Boucher, 1994), untuk lebih jelasnya akan digambarkan sebagai berikut:



**Gb. 2 Skema Pembagian Metode Peramalan (Forecasting)**

Metode Peramalan yang dipilih untuk Tugas Akhir ini adalah *Exponential Smoothing Method*.

*Exponential Smoothing Method* adalah metode peramalan *Time Series* yang didasarkan pada asumsi bahwa rata – rata baru diperoleh dari angka rata – rata lama dan data *demand* terbaru. Terdapat 2 jenis *Exponential Smoothing Method*, yaitu:

1. *Simple Exponential Smoothing Method*
2. *Double Exponential Smoothing Method*.





Secara umum metode *Simple Exponential Smoothing* digunakan untuk meramal data yang telah terpola, dalam artian data telah konstan sedangkan untuk data yang memiliki tren tertentu dapat menggunakan metode kedua yaitu metode *Double Exponential Smoothing*. Karakteristik penyesuaian dikontrol dengan menggunakan faktor *smoothing*  $\alpha$  ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ). Secara praktis nilai  $\alpha$  menurut Brown, dipilih pada interval 0,01 ~ 0,3 (Elsayed, A. Elsayed & T. Boucher, 1994). Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (Lalu Sumayang, 2003):

$$A_t = \alpha D_t + (1 - \alpha) A_{t-1} \dots\dots\dots(2.2)$$

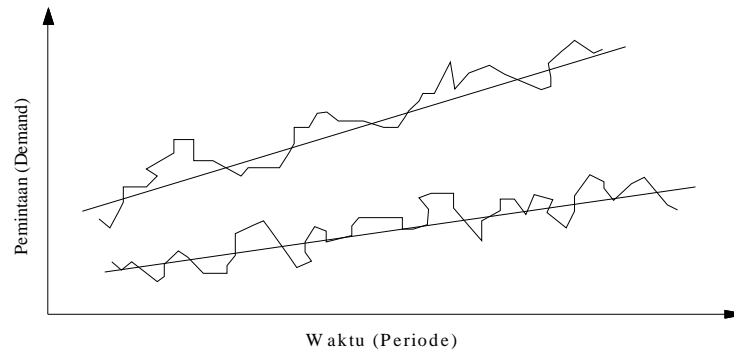
Dimana:

$A_{t-1}$  = angka rata – rata lama

$\alpha$  = faktor *smoothing*.

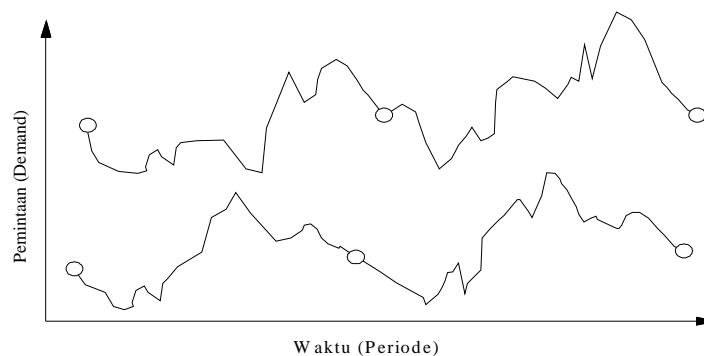
$D_t$  = demand terbaru

Pada peramalan *Time Series*, terdapat beberapa data komponen permintaan yang dapat diketahui, yaitu: tren (*trend*), rata – rata (*average level*), musiman (*seasonality*), fluktuasi/siklikal (*cycle*), eratik/random, dan kesalahan/deviasi (*error*). Pola tren (*trend*) adalah suatu pola yang menunjukkan adanya kenaikan atau bahkan penurunan atas data permintaan untuk jangka tertentu. Pola ini sesuai diterapkan dalam metode peramalan regresi linear, dan *exponential smoothing* (Teguh Baroto, 2002).



**Gb. 3 Komponen permintaan berdasarkan pola tren**

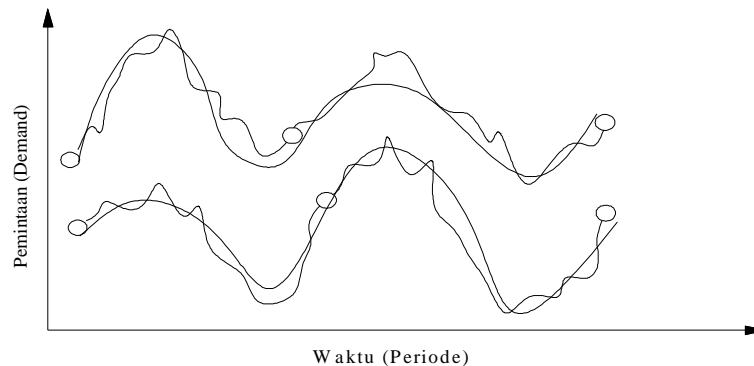
Sedangkan pola musiman adalah suatu pola yang menunjukkan pergerakan permintaan yang dipengaruhi oleh musim, sehingga biasanya interval perulangan terjadi dalam kurun waktu satu tahun. Pada pola ini, akan terlihat fluktuasi permintaan dalam suatu interval waktu tertentu (periode). Metode peramalan yang sesuai dengan pola ini adalah metode *moving average* dan *weight moving average* (Teguh Baroto, 2002).



**Gb. 4 Komponen permintaan berdasarkan pola musiman**



Untuk pola siklikal (*cycle*), fluktuasi permintaan secara jangka panjang akan membentuk pola sinusoidal atau gelombang atau siklus. Pola yang terbentuk hampir mirip dengan pola musiman, namun pada pola musiman bentuk dari kurva permintaan terhadap waktu adalah variatif dan waktunya secara umum berulang setiap tahunnya.. Metode peramalan yang sesuai dengan pola ini adalah metode *moving average*, *weight moving average*, dan *exponential smoothing* (Teguh Baroto, 2002).



**Gb. 5 Komponen permintaan berdasarkan pola siklik**

Apabila dalam suatu perhitungan atau data tidak terdapat suatu beban permintaan ( $D_t = 0$ ), maka dapat dilakukan pendekatan besar beban (*demand*) berdasarkan besar *demand* sebelumnya. (Spyros Makridakis, 1999). Rumus pendekatan yang dapat digunakan adalah:

$$A_{t+1} = A_t + \left( \frac{D_t}{N} - \frac{F_t}{N} \right) \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

$A_{t+1}$  = angka rata – rata untuk periode berikutnya



$A_t$  = angka rata – rata terbaru

$D_t$  = demand terbaru

$N$  = jumlah periode

Dalam perhitungan nantinya akan diperlukan harga *error*, dimana besar kecilnya harga *error* ini tergantung dari besar kecilnya faktor smoothing yang dipilih, selain itu juga akan terjadi *absolute deviation* (nilai *error* yang dijumlahkan dimana tanda negatif berganti menjadi positif). Idealnya dalam melakukan peramalan dengan metode ini adalah mencari harga  $\alpha$ , sehingga didapatkan harga *error* dan *absolute deviation* sekecil mungkin. Harga *error* yang digunakan ini bertujuan untuk (Lalu Sumayang, 2003):

- Untuk menyiapkan *safety stock* agar selama proses produksi tidak terjadi kekurangan persediaan.
- Untuk mengetahui ada tidaknya data yang tidak sesuai dan harus diperhitungkan dalam peramalan, jika mungkin dihilangkan.
- Untuk mengetahui kapan peramalan tidak lagi mengikuti permintaan yang sesungguhnya sehingga perlu diadakan pengaturan dan peramalan lagi.

Pemeriksaan *error* atau kesalahan dalam perhitungan dapat dilakukan dengan menggunakan rumusan berikut (Lalu Sumayang, 2003):

- *Mean Absolute Deviation*



Error ini dihitung dari nilai absolut *error* dari setiap periode dan merupakan nilai rata – rata dari jumlah periode. Formula yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

$e_t$  = error untuk periode waktu t

=  $D_t - F_t$

$D_t$  = demand tahun ke t

$F_t$  = ramalan pada periode ke t

n = jumlah periode yang digunakan

- *Mean Square Of Error*

Merupakan total rata – rata error pangkat 2, sehingga nilai error menjadi positif namun nilai error tidak akan berpengaruh. Formula yang dipakai adalah:

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n} \dots\dots\dots(2.5)$$

Nilai akar dari MSE disebut dengan standar deviation ( $e = \sqrt{MSE}$ )

- *Cummulative Sum Of Forecast Error*

Merupakan angka rata – rata dari error yang ada. Formula yang dipakai adalah sebagai berikut:



$$CFE = \sum_{t=1}^n e_t \dots\dots\dots(2.6)$$

Pada perhitungan peramalan dengan metode *Exponential Smoothing*, hal lain yang biasa dihitung adalah *Smoothing Mean Absolute Deviation*  $MAD_t$  dan *Tracking Signal* TS. *Smoothing Mean Absolute Deviation*  $MAD_t$  adalah nilai rata – rata dari *absolute deviation* dari perhitungan ramalan dengan metode *Exponential Smoothing*. Formula yang digunakan adalah:

$$MAD_t = \alpha (D_t - F_t) + (1 - \alpha) MAD_{t-1} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

$\alpha$  = faktor *smoothing* ( $0 \leq \alpha \leq 1$ )

$D_t$  = demand tahun ke t

$F_t$  = ramalan pada periode ke t

$MAD_{t-1}$  = nilai  $MAD_t$  periode sebelumnya

Kegunaan dari  $MAD_t$  adalah (Lalu Sumayang, 2003):

- Untuk mengetahui adanya perilaku demand yang menyimpang dengan cara membandingkan antara standar deviasi dengan  $MAD_t$  (nilai demand dikatakan besar jika *standard deviation*  $> 3,75 MAD_t$ ).
- Untuk memeriksa apakah hasil ramalan masih terletak pada jalur yang benar.



*Tracking signal* TS adalah adalah suatu metode untuk memeriksa *error* ramalan, dimana pada umumnya data bersifat acak. Dengan kata lain untuk melihat apakah data masih pada jalur yang benar (Daniel Sipper & Robert L. Bulfin, 1998). Formula dari *Tracking signal* TS adalah (Lalu Sumayang, 2003):

$$TS = \frac{CFE}{MAD_t} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana:

CFE = cumulative sum of forecast error

$$CFE = \sum_{t=1}^n e_t$$

MAD<sub>t</sub> = Smoothing Mean Absolute Deviation periode t.

## II.2 Biaya – Biaya Dalam Pengelolaan Inventori

Dalam menentukan jumlah pemesanann bahan baku. Faktor lain yang perlu dipertimbangkan adalah biaya. Biaya – biaya yang perlu diperhitungkan oleh perusahaan meliputi biaya per - unit (*item cost*), biaya pemesanan (*ordering cost*), biaya penyimpanan (*carrying cost*), biaya resiko kerusakan dan kehilangan (*cost of obsolescence, deterioration and loss*), dan biaya akibat kekurangan persediaan (*stockhout cost*). Berikut penjabarannya (Elsayed, A. Elsayed & T. Boucher. 1994):

1. Biaya per unit (*item cost*)



Adalah biaya untuk membeli masing – masing 1 unit/item bahan.

Biaya ini dapat diketahui dari hasil kali antara jumlah item yang dipesan dengan biaya setiap unit. *Item cost* ini dapat memberikan pengurangan pada biaya produksi bila pemesanan bahan dilakukan dalam jumlah yang cukup besar.

## 2. Biaya Pemesanan (*ordering cost*)

Adalah biaya yang tidak tergantung dari jumlah unit yang dipesan tetapi merupakan biaya pemesanan dalam satu paket lot. Dengan kata lain biaya ini muncul dalam kaitannya untuk mendatangkan barang. Biaya – biaya yang termasuk dalam biaya pemesanan meliputi (Lalu Sumayang, 2003):

- a. biaya pembuatan perintah pembelian (*purchased order*)
- b. biaya pengiriman pesanan.
- c. Biaya transpor.
- d. Biaya penerimaan (*receiving cost*)
- e. Biaya pengepakan.
- f. Biaya pemeriksaan.

Apabila item telah diproduksi maka ada biaya lain yang dianggap sebagai biaya pemesanan, biaya tersebut adalah biaya penyiapan unit (*setup cost*) yang terdiri dari:

- a. biaya surat menyurat.





b. biaya untuk menyiapkan perlengkapan dan peralatan.

3. Biaya Penyimpanan (*carrying cost/holding cost*)

Adalah biaya yang muncul akibat adanya penyimpanan barang, baik berupa barang mentah, barang setengah jadi ataupun barang jadi. Secara umum biaya ini dinyatakan dalam biaya per satu unit produk per periode. Biaya – biaya yang termasuk dalam kategori biaya penyimpanan, adalah (Teguh Baroto, 2002):

- Biaya kesempatan (*opportunity cost*), biaya ini adalah bagaian dari modal yang dapat diinvestasikan pada tabungan atau bisnis lain. Biaya ini hilang akibat adanya penumpukan barang pada gudang. Sehingga perusahaan tidak menerima keuntungan.
- Biaya simpan. Biaya – biaya yang masuk dalam kategori biaya ini adalah: biaya sewa gudang, biaya asuransi dan pajak, biaya administrasi dan pemindahan, serta biaya kerusakan dan penyusutan barang.
- Biaya keusangan. Biaya ini muncul karena barang yang disimpan terlalu lama digudang, sehingga secara ekonomis mengalami penurunan nilai.
- Biaya – biaya lain yang besarnya bersifat variabel tergantung pada jumlah item, seperti misalnya: biaya administrasi dan pemeriksaan



Dalam buku *Principles Of Operation Management*, 4<sup>th</sup>, oleh Jay Heizer dan Barry Render (2000), carrying cost terdiri dari beberapa macam biaya dengan prosentase yang bervariasi, berikut tabel penyajiannya:

**Tabel II. 2.** Tabel Kategori Biaya Penyimpanan

No.	Categories	Cost as a procentage of inventory value
1.	Housing cost: sewa gedung, pajak, asuransi, depreciation operating cost	3 – 10 %
2.	Material handling cost: peralatan /perlengkapan, lease/depreciation power, biaya operasi	1 – 3.5 %
3.	Biaya tenaga kerja dari extra handling	3 – 5 %
4.	Investment cost: borrowing cost, pajak, asuransi atas inventori	6 – 24 %
5.	Pilferage, Scrap, and obsolescence	2 – 5 %

#### 4. Biaya karena kekurangan persediaan (*stockhout cost*)

Adalah biaya yang muncul sebagai akibat adanya kekurangan bahan pada saat proses produksi berlangsung, sehingga terjadi *stock out*. Dengan adanya *stockout*, maka perusahaan yang seharusnya mendapatkan keuntungan menjadi rugi. Sebagai pedoman dalam menentukan besarnya biaya ini adalah perhitungan didasarkan pada (Teguh Baroto, 2002):



- Kuantitas yang tidak dapat dipenuhi oleh perusahaan ditentukan dari jumlah keuntungan yang hilang karena tidak dapat memenuhi demand perusahaan yang telah ditentukan. Dengan kata lain, biaya ini merupakan bentuk kompensasi perusahaan atas kerugian yang diderita.
- Waktu pemenuhan. Karena terjadi kekurangan persediaan digudang, maka proses produksi menjadi terhambat dan terjadi *bottleneck* pada proses produksi. Waktu selama masa itu dianggap sebagai keuntungan yang hilang.
- Biaya pengadaan darurat. Biaya ini diadakan untuk menambah pengadaan, agar produk perusahaan tidak terhambat sampai ke konsumen, yang dapat membuat konsumen kecewa.

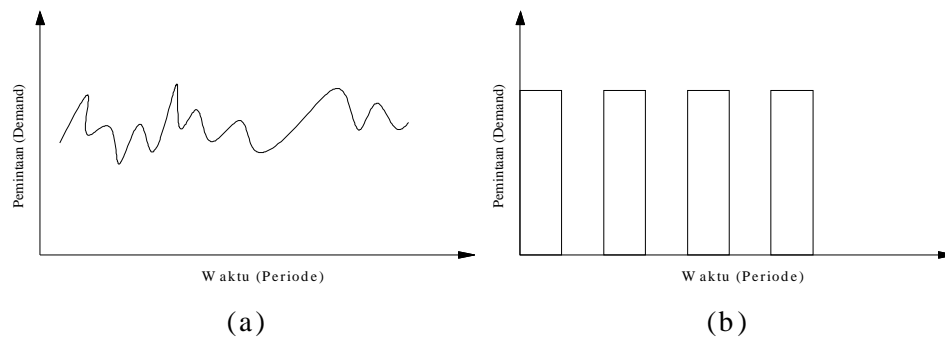
### II.3. Continuous Review Model

Dalam melakukan analisa pada system inventori, terlebih dahulu harus ditetapkan terlebih dahulu karakter dari demand yang ada, dimana terdapat 2 jenis demand, yaitu (Lalu Sumayang, 2003):

- a. *Independent demand inventory*, yaitu jenis demand yang terkadang menunjukkan pola yang tetap, namun adakalanya pola tersebut berubah akibat adanya pengaruh dari perubahan demand yang acak atau akibat adanya perubahan pola konsumen.



- b. *Dependent demand inventory*, yaitu jenis demand yang memiliki pola yang tidak beraturan, adakalanya ada dan tidak ada (*on – off*). Hal ini terjadi karena produk dijadwalkan dalam bentuk lot atau paket tertentu.



**Gb. 6 Pola model inventori**

- (a) *Independent Inventory*  
(b) *Dependent inventory*

Dari jenis *demand* yang ada, terdapat 4 kategori model yang dapat digunakan berdasarkan pada jenis demand tersebut, yaitu (Elsayed A. Elsayed & T. Boucher. 1994):

- a. *Static deterministic inventory models*, yaitu model inventori dimana rata – rata demand untuk setiap periode adalah sama.
- b. *Dynamic deterministic inventory models*, dimana permintaan pada setiap periode adalah konstan, tetapi rata – rata demand untuk setiap periode yang kemungkinan ada memiliki nilai yang berbeda – beda.

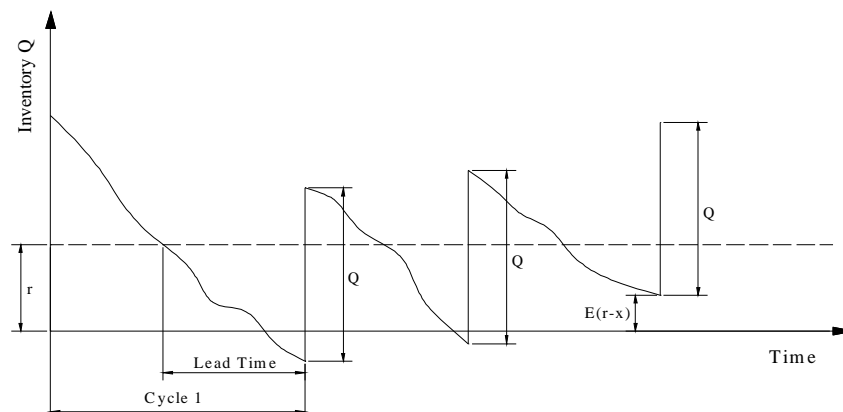


- c. *Static probabilistic inventory models*, dimana demand berupa variable yang acak. Memiliki nilai probabilitas berdasarkan panjang periode yang dipakai, dan distribusi probabilitasnya sama untuk tiap periode. Distribusi demand untuk tiap periode adalah sama untuk setiap periode.
- d. *Dynamic probabilistic inventory models*, dimana seperti pada model ke-3 hanya saja distribusi probabilitas untuk tiap periode kemungkinan berbeda - beda.

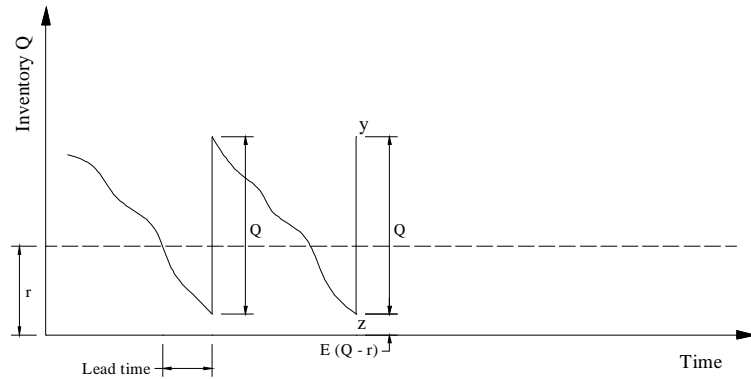
Dalam Tugas Akhir ini pembahasan model inventori hanya mencakup tentang model yang dipakai, yaitu *Continuous review model*. Dimana model ini termasuk dalam kategori *Probabilistic inventory models*. Dalam mengontrol inventori secara probabilistik, terdapat 2 sistem pemodelan yaitu *Continuous review system* dan *Periodic review system*. *Continuous review system* disebut juga sistem jumlah pemesanan tetap (*fixed order quantity system*) atau “Q”. Sedangkan *periodic review system* disebut juga sistem pemesanan periode tetap atau “P”. Pada *continuous review system*, *inventory level* diperiksa secara terus menerus pada tingkat persediaan atau stock level. Tingkat persediaan atau *stock level* diartikan sebagai jumlah dari persediaan yang ada ditangan (*on – hand inventory*) dengan jumlah persediaan yang sedang dalam proses pemesanan. Saat posisi *inventory (inventory position)* mencapai atau pada level  $r$ , maka keadaan tersebut dinamakan *reorder point*, dimana kebutuhan sebesar  $Q$  dibutuhkan. Posisi



Inventori (*inventory position*) didefinisikan sebagai keadaan dimana terdapat persediaan bahan di gudang namun belum mencapai *reorder point*  $r$ . Jika tingkat inventori berada pada posisi  $r$ , maka persediaan sejumlah  $Q$  harus dipesan, dimana besar  $Q$  adalah tetap, sehingga periode pemesanan (*Lead time demand*) persediaan tergantung dari laju perubahan demand. Permintaan selama selang waktu (*Lead time demand*) dapat diasumsikan sebagai distribusi normal, dimana dapat diaplikasikan pada semua *probability demand distribution*. Dari sini dapat dilihat bagaimana *reorder point*  $r$  dapat berpengaruh pada kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan. (Elsayed A. Elsayed & T. Boucher. 1994)



**Gb. 7 Probabilistic Continuous – Review Model Untuk kasus Backorder**



**Gb. 8 Inventory Cycle**

Dimana:

$Q$  adalah *inventory level*

$r$  adalah *reorder point level*

$E(r-x)$  adalah *safety stock*

Secara garis besar *Continuous review model* digunakan untuk mencari nilai optimum dari  $Q$  dan  $r$  sehingga dapat meminimalisasi total biaya inventori per unit waktu. Parameter yang digunakan pada model inventori ini adalah sebagai berikut (Elsayed A. Elsayed & T. Boucher. 1994):

$Q$  = *order quantity*.

$Q^*$  = *optimal order quantity*.

$H$  = *holding cost per unit per year*.



$\pi$  = biaya karena kekurangan persediaan.

$D$  = *average demand rate (units/year)*.

$C$  = *ordering cost per order*.

$x$  = *mean demand* saat melebihi waktu tenggang.

$G(x,t)$  = *conditional probability density function (pdf)* dari permintaan  $x$  selama waktu tenggang  $t$ ,  $x > 0$

$l(x)$  = *pdf* dari waktu tenggang  $t$ ,  $t > 0$ .

$f(x)$  = *pdf* dari permintaan  $x$  selama waktu tenggang.

$r$  = *reorder inventory level*.

$S(x)$  = *shortage quantity per cycle*.

$\hat{S}(x)$  = *expected shortage per cycle*.

$N$  = jumlah pemesanan per tahun =  $D/Q$

Berikut penjabarannya:

$f(x)$  selama waktu tenggang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$f(x) = \int_0^{\infty} g(x,t)l(t)dt \dots\dots\dots(2.9)$$

Total dari biaya tahunan dari inventori  $TC(Q,r)$  terdiri dari:

- biaya pemesanan rata – rata per tahun, dimana *ordering cost* dirumuskan  $AD/Q$ .
- *carrying cost*, dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{carrying cost} &= H \cdot \bar{I} \\ &= H \cdot Q/2 + r - DI \dots\dots\dots(2.10) \end{aligned}$$

---





dimana  $l$  = lead time.

- *Backorder cost*, didapat dari formula berikut:

$$S(x) = \begin{cases} 0, & x \leq r \\ x - r, & x > r \end{cases} \dots\dots\dots(2.11)$$

- *expected shortage cost* per tahun adalah:

$$\bar{S}(x) = \int_0^{\infty} S(x) f(x) dx = \int_r^{\infty} (x - r) f(x) dx \dots\dots\dots(2.12)$$

Sehingga didapat:  $\bar{S}(x)(N) = \frac{S(x)D}{Q} \dots\dots\dots(2.13)$

Dari biaya tersebut diatas didapatkan harga  $TC(Q,r)$  sebagai berikut:

$$TC(Q,r) = \frac{AD}{Q} + h\left(\frac{Q}{2} + r - Dl\right) + \frac{\pi D}{Q} \bar{S}(x) \dots\dots\dots(2.14)$$

Nilai optimal dari  $Q$  didapat dari derivatif pertama terhadap  $Q$  persamaan

didas, dimana nilai  $\frac{\partial TC(Q,r)}{\partial Q} = 0$ , didapatkan hasil berikut:

$$\frac{\partial TC(Q,r)}{\partial Q} = \frac{-AD}{Q^2} + \frac{h}{2} - \frac{\pi D \bar{S}(x)}{Q^2} = 0 \dots\dots\dots(2.15)$$

$$\frac{\partial TC(Q,r)}{\partial Q} = h - \frac{\pi D}{Q} \int_r^{\infty} f(x) dx = 0 \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana:

$$\int_r^{\infty} f(x) dx = \frac{hQ^*}{\pi D} \dots\dots\dots(2.17)$$

maka:



$$Q^* = \sqrt{\frac{2D[A + \pi \bar{S}(x)]}{h}} \dots\dots\dots(2.18)$$

Rumus tersebut menjelaskan hubungan antara *reorder point* dengan parameter biaya model dimana bila:

- Jika  $\pi \gg h$ , maka lebih baik bila melakukan inventori lagi daripada kekurangan stok (*stockout*)
- Saat  $h/\pi \rightarrow 0$  maka  $\int_{r^*}^{\infty} f(x)dx \rightarrow 0$ , sehingga pada sistem inventori memiliki *stock out* yang besar. Namun  $r^*$  harus dipilih sedemikian hingga tidak terjadi demand selama lead time.
- Jika  $r^*$  dikurangi secara relatif terhadap  $h$ ,  $\int_{r^*}^{\infty} f(x)dx \rightarrow 1$ , sehingga  $r^*$  akan menurun begitu pula dengan *safety stock*.

Untuk mencari harga dari  $Q^*$  dan  $r^*$  yang optimal, dapat dicari dengan melakukan iterasi. Caranya adalah sebagai berikut (Elsayed A. Elsayed & T. Boucher, 1994):

- a. Dari persamaan (2.12), asumsikan  $\bar{S}(x) = 0$ , lalu hitung harga

$$Q^* = Q_1 = \sqrt{\frac{2AD}{h}}, \text{ dimana subscript menunjukkan nomor urutan iterasi.}$$

- b. Mencari nilai  $r_1$  dengan menggunakan persamaan (2.17) untuk mencari  $Q_1$ .



- c. Sostituikan harga  $r_1$  untuk menyelesaikan persamaan yang muncul dari point a. Hitung nilai  $Q_1$  dari persamaan (2.18).
- d. Mencari nilai  $r_1$  dengan persamaan (2.17) dengan mensubstitusikan nilai  $Q_1$  dari point c.
- e. Ulangi langkah pada point c dan d, sampai didapatkan nilai  $r$  dan  $Q$  yang berdekatan (nilai hampir sama), nilai  $r$  dan  $Q$  inilah yang menunjukkan nilai  $r$  dan  $Q$  yang optimal.

Dari rumusan perhitungan yang ada, terlihat bahwa untuk setiap data permintaan yang ada, bila telah mengalami proses produksi, maka akan memiliki poin *reorder level* ( $r$ ). Dimana poin ini digunakan sebagai dasar untuk melakukan pemesanan ulang atas material (inventori) yang kondisinya menipis. Selain itu juga  $Q$  berfungsi sebagai patokan dasar dari jumlah inventori yang harus ada / tetap dimiliki (*safety stock*) saat level inventori berada pada level  $r$ .

Berdasarkan hal tersebut, maka dalam penerapan metode inventori kontrol ini yaitu *Continuous Review Model*, pola pergerakan inventori selalu dipantau secara terus menerus. Hal ini terjadi untuk menghindari terjadinya *stockout*, yang dapat terjadi setiap saat, sehingga dapat menghambat jalannya proses produksi.



## BAB III

### ULASAN PERUSAHAAN DAN PENGUMPULAN DATA

#### III. 1. Gambaran Singkat tentang PT. PAL Surabaya

Dalam upaya memenuhi kebutuhan pembangunan di sektor industri maritim maka pemerintah mendirikan perusahaan galangan kapal yaitu PT. PAL INDONESIA pada tahun 1980. Perusahaan ini mempunyai tugas utama membangun kapal baru, di samping itu juga ikut serta dalam memajukan teknologi dan industri kemaritiman di Indonesia.

PT. PAL INDONESIA merupakan kelanjutan dari “PAL”, kependekan dari Penataran Angkatan Laut yang didirikan pemerintah Hindia Belanda pada tahun 1848. Pada tahun 1939 “PAL” ini berubah nama menjadi Marine Establiment (ME) yang bertugas dan berfungsi melakukan perawatan dan perbaikan kapal-kapal laut yang digunakan sebagai armada Angkatan laut Belanda untuk menjaga kepentingan – kepentingan daerah kolonialnya.

Ketika masa perang dunia kedua, pemerintah Hindia Belanda menyerah kepada pemerintah Jepang dan dalam masa pendudukan Jepang ME diganti menjadi Haigun SB 21/24 Butai yang bertugas dan berfungsi sama dengan pada masa pemerintahan Hindia Belanda. Setelah Jepang menyerah pada sekutu, maka pemerintah Hindia Belanda menguasai kembali perusahaan tersebut selama dua



tahun dan mengembalikan namanya menjadi Marine Establishment dengan fungsi yang sama pada tahun 1945. Setelah Republik Indonesia diproklamlirkan namanya diubah menjadi PAL (Penataran Angkatan Laut), hanya saja penyerahan ME oleh pemerintahan Hindia Belanda berkesan setengah hati dan sering terjadi sabotase.

Berdasarkan Keputusan Presiden RI nomer 370/61, Penataran Angkatan Laut dilebur ke dalam Departemen Angkatan Laut dan namanya diubah menjadi komando Angkatan Laut (Konatanal). Sejak tahun 1961 Konatanal tidak lagi berstatus sebagai perusahaan negara dan bertugas untuk memelihara , memperbaiki dan membangun kapal-kapal Angkatan Laut.

Perkembangan selanjutnya adalah perubahan status Konatanal menjadi Perusahaan Umum Negara berdasarkan Peraturan Pemerintah nomer 4 tahun 1978. Perusahaan negara ini dikenal dengan nama Perusahaan Umum Dok dan Galangan Kapal (Perumpal). Akhirnya dengan lembaran Negara RI nomor 8 tahun 1980 dan akte pendirian nomor 12 tahun 1980 tanggal 15 April 1980 Perumpal statusnya diubah menjadi PERSEROAN dengan nama PT. PAL INDONESIA (Persero) yang merupakan kependekan dari Perusahaan Kapal INDONESIA dan sampai dengan saat ini telah diadakan perubahan yang terakhir dengan akte pendirian Nomor I tanggal 4 Nopember 2002.

### **III.2 Tugas Pokok PT. PAL INDONESIA (Persero)**

1. Melaksanakan rancang bangun kapal maupun non kapal



2. Memproduksi kapal – kapal (Jenis niaga maupun perang)
3. Melaksanakan pemeliharaan dan perbaikan kapal maupun non kapal
4. Melaksanakan penelitian dan pengembangan produk-produk yang merupakan peluang usaha.

Struktur Organisasi perusahaan ini dapat dilihat pada Lampiran

### III.3. Divisi Kapal Niaga

Divisi Kapal Niaga dipimpin oleh seorang *General Manager* yang bertugas mengawasi, mengendalikan dan bertanggung jawab terhadap semua pekerjaan yang dilakukan dalam divisi ini. *General Manager* dibantu oleh beberapa *Manager* yang memimpin departemen yang merupakan tulang punggung dari pembangunan suatu kapal. Adapun departemen tersebut antara lain Departemen *Hull Construction*, Departemen *Outfitting*, Departemen Perencanaan dan Pengendalian Produksi, dan Departemen *Support*. Berikut penjelasan tentang tanggung jawab masing – masing departemen.

#### 1. Departemen Bisnis & Perencanaan (*Business & Planning Department*)

Departemen ini bertanggung jawab atas kegiatan operasional yang mencakup kegiatan perencanaan, persiapan pelaksanaan, pengkoordinasian, pengendalian bidang bisnis dan seluruh kegiatan keuangan dalam lingkup Divisi Kapal Niaga.

#### 2. Departemen Fasilitas (*Supporting Department*)



Departemen ini bertugas dalam perencanaan dan pengadaan material pendukung, pemeliharaan dan perbaikan infrastruktur dan fasilitas kerja, perencanaan *man power loading*, pengalokasian tenaga kerja, mengadakan pelatihan, memperhatikan kesehatan dan keamanan setiap pekerja dalam lingkungan pekerjaan.

3. Departemen Konstruksi Lambung (*Hull Construction Department*)

Departemen konstruksi lambung bertanggung jawab dalam pengerjaan konstruksi lambung untuk kapal baru. Setiap urutan proses konstruksi lambung dikerjakan dalam bengkel-bengkel yang dimiliki departemen ini. Pengerjaan konstruksi dimulai dari persiapan material dalam gudang penyimpanan yang kemudian ke bengkel fabrikasi melalui *Conveyor*. Selesai dari bengkel fabrikasi material siap dirangkai dalam bengkel *assembly* dan *sub assembly*. Selesai dari bengkel *sub assembly* material sudah menjadi blok-blok kapal. Blok-blok tersebut dicat untuk kemudian dilakukan proses *erection* pada *building berth*.

4. Departemen Perlengkapan Kapal (*Outfitting Department*)

Bertanggung jawab dalam perencanaan, persiapan, pengkoordinasian dan pengontrolan terhadap perlengkapan kapal dan instalasinya seperti pipa, plat, dan lain-lain. Departemen ini mempunyai 9 bengkel dan masing-masing bengkel dikepalai oleh seorang Kepala Bengkel (Kabeng).



Dengan semakin ketatnya persaingan dalam industri galangan kapal, Divisi Kapal Niaga berusaha semaksimal mungkin untuk memberikan pelayanan dan pengawasan terhadap kualitas produk yang dikeluarkan. Untuk memiliki daya saing yang baik, Divisi Kapal Niaga menerapkan konsep *Safety First* (Keselamatan Kerja) sebagai suatu hal yang mendapat perhatian utama. Hal ini menjadi salah satu pertimbangan utama, disebabkan oleh adanya kenyataan di lapangan, bahwa para *owner* kapal selalu mempertimbangkan kondisi lingkungan kerja pada galangan yang bersangkutan.

Dalam pemenuhan jadwal penyerahan ditengah padatnya jadwal produksi, divisi kapal niaga menerapkan metode *Side & End Launching* karena keterbatasan lahan. Dalam hal ini satu unit kapal, dibangun menjadi dua blok, satu blok diluncurkan secara *End Launching* dan satu blok lagi diluncurkan dengan metode *Side Launching*. Penyambungan kedua blok kapal tersebut dilakukan dalam *graving dock* yang berkapasitas 50.000 ton.

Keberadaan divisi kapal niaga atas nama PT. PAL Indonesia sebagai sentra industri maritim nasional telah memberikan kontribusi untuk pengembangan industri nasional lainnya. Antara lain diimplementasikannya program Caraka Jaya, yang berperan dalam pengalihan teknologi kepada galangan-galangan kapal nasional yang ikut serta membangun Caraka Jaya dalam hal pengeriman gambar-gambar desain produk, supervisi kualitas produk, dan pengembangan kontrol kualitas personil.

Struktur organisasi Divisi ini dapat dilihat pada Lampiran.





#### II.4. Fasilitas Yang Ada di Departemen *Hull Construction*

Untuk menunjang kegiatan produksi yang dilakukan pada Divisi Kapal Niaga, tentunya diperlukan fasilitas-fasilitas penunjang yang memadai.

Tugas-tugas yang diemban departemen ini dibagi-bagi menjadi beberapa bagian yang masing-masing bagian dipikul oleh person-person yang ada dalam Departemen *Hull Construction (HC)*.

Ada tujuh tahapan pengerjaan konstruksi lambung kapal. Masing-masing tahap dikerjakan pada pos-pos yang dipimpin oleh seorang kepala bengkel. Tujuh pos pengerjaan konstruksi lambung tersebut adalah seperti di bawah ini:

##### 1. Gudang Penyimpanan (*Steel Stock House*)

Gudang ini merupakan tempat penampungan / penyimpanan material yang diperlukan untuk pembangunan konstruksi lambung. Misalnya untuk penyimpanan pelat, Spesifikasi gudang penyimpanan ini adalah sebagai berikut :

- a. Kapasitas : 4000 ton plat & 1300 ton profil
- b. Luas bangunan : 8120 m<sup>2</sup>

Fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

- a. 1 unit *Shot Blasting & Painting Machine*

Kapasitas 10 plat / hari dengan lebar maksimum 3.6 m.

- b. 1 unit *Plate Straightening Roller*

Kapasitas 3,6 m (lebar) x 16 mm (tebal)

- c. 1 unit *Chain Conveyor 10T*



Kapasitas 28 kg / mm<sup>2</sup>

## 2. Bengkel Fabrikasi (*Fabrication Shop*)

Dalam bengkel ini dilakukan beberapa pengerjaan yaitu penandaan (*marking*), pemotongan (*cutting*), serta pembengkokan (*bending*) pelat maupun profil. Spesifikasi Bengkel Fabrikasi ini adalah sebagai berikut :

- a. Kapasitas produksi : 16300 ton / tahun

Dengan perincian 12.300 ton pelat / tahun & 4.000 ton profil / tahun.

- b. Luas bangunan : 8.425 m<sup>2</sup>

Fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

- a. 1 unit *NC Gas cutting machine 2 torch for plate*

Kapasitas ketebalan pelat yang bisa dipotong 3,5 mm - 60 mm.

- b. 1 unit *NC Plasma cutting machine 2 torch for plate*

- c. 1 unit *Flame planner 20 torch*

Kapasitas ketebalan pelat yang bisa dipotong 5 - 50 mm.

- d. 1 unit *NC Frame marker*

Kapasitas lebar pelat 3 m dan panjang 15 m.

- e. 1 unit *Hydraulic press machine 1000T* (kapasitas kuat tekan 100-1000 ton)

- f. 1 unit *Hhydraulic press machine 500T* (kapasitas kuat tekan 50-500 ton)

- g. 1 unit *Three roll bend machine 1500T*

Kapasitas tebal pelat yang bias diroll 25 mm dengan lebar 1500 mm.

- h. 1 unit *Frame bending machine 400T*

Kapasitas *frame* / profil yang bisa dikerjakan 550 mm x 150 mm



i. 1 unit *Bending table & cutting table*

j. 11 units *Conveyor & transverser*

k. 2 units *Overhead crane 10 T*

Kapasitas angkat 10 ton dengan ketinggian maksimum 38m

l. 2 units *Overhead crane 5 T*

Kapasitas angkat 5 ton dengan ketinggian maksimum 38 m

m. 2 units *Portal crane 3 T*

Kapasitas angkat 3 T dengan ketinggian maksimum 5,7 m

n. 2 units *Portal crane 5 T*

Kapasitas angkat 5 ton dengan ketinggian maksimum 7,2 m

o. 1 unit *Gantry crane 1,5 T*

Kapasitas angkat 1,5 ton dengan ketinggian maksimum 11 m

p. 1 unit *Jib crane 0.5 T*

Kapasitas angkat 0.5 ton dengan ketinggian maksimum 10 m

### 3. Bengkel *Sub Assembly* (*Sub Assembly Shop*)

Pada bengkel ini material yang sudah di fabrikasi disusun menjadi blok-blok dengan berat maksimum 10 ton. Spesifikasi Bengkel *Sub Assembly* ini adalah sebagai berikut :

a. Kapasitas produksi : 6200 ton / tahun

b. Luas bangunan : 8600 m<sup>2</sup>

Fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

a. *Small panel line*, mesin-mesin yang ada adalah :



- *Floor mount equipment*
- *Mobile web gantry*
- *Fillet weld gantry*
- *FBC one side weld station*

Kapasitas ketebalan yang bisa dikerjakan adalah 5-16 mm

- b. *Mobile stiffener gantry*
- c. *Conveyor system*
- d. *Fabrication line A/B*, mesin-mesin yang ada adalah :
  - *Service weld gantry*
  - *Lathe floor*
- e. *Profile build up line*, mesin-mesin yang ada adalah :
  - *Welding unit*
  - *Turning equipment*
  - *Straightening*
  - *Roller conveyor*
- f. *2 units Overhead Crane 10 T*

#### 4. Bengkel Assembly (*Assembly Shop*)

Bengkel ini mempunyai satu *flat panel* seperti konstruksi dasar, konstruksi sisi, konstruksi geladak termasuk flat ganda konstruksi lambung, satu lintasan *curved panel* seperti *fore-shell* atau *aft-shell* blok konstruksi dan *lattice floor* yang digunakan untuk perakitan konstruksi besi. Berat maksimal blok 150 ton. Spesifikasi Bengkel *Assembly* ini adalah sebagai berikut :



a. Kapasitas produksi : 14700 ton / tahun

b. Luas bangunan : 11.610 m<sup>2</sup>

Fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

a. *Main panel line*

Kapasitas blok yang bisa dikerjakan dalam bengkel ini 120 ton dengan ukuran maksimum 15 m x 15 m, mesin-mesin yang ada adalah :

- *Tack weld station*
- *FBC one side welding*, kapasitas tebal material yang bisa dikerjakan dengan mesin ini adalah 8-25 mm.
- *Fillet weld gantry*
- *Mobile web gantry*
- *Web weld service gantry*
- *Ultra heavy lift*
- *Floor mounted equipment*

b. *Curved block line*, Kapasitas blok yang bisa dikerjakan 60 T.

Bagian ini mengerjakan untuk blok-blok yang melengkung, seperti ceruk haluan dan ceruk buritan maupun daun kemudi.

Mesin-mesin yang ada adalah :

- *Web weld service grant*
- *Skid floor*
- *Ultra heavy lift*
- *Overhead crane, 20 T, 40 T, 38 T, 30 T*



#### 5. Bengkel *Grand Assembly*

Bengkel ini digunakan untuk merakit semi blok - semi blok menjadi blok. Dimana ini adalah proses terakhir pembuatan blok, sebelum blok-blok tersebut di-*blasting*, dicat dan dibawa ke dok. Luas bangunan 3800 m<sup>2</sup>

Fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

- a. 1 unit *Transver carrier 300 T*
- b. 1 unit *Transver carrier 150 T*
- c. 1 unit *Overhead crane 150 T*
- d. 1 unit *Overhead crane 75 T*

#### 6. Bengkel Blok *Blasting (Block Blasting Shop)*

Pada bengkel ini dilakukan penembakan blok-blok dengan pasir besi, pembersihan dan pengecatan blok-blok lambung kapal dan perelengkapan kapal. Spesifikasi Bengkel *Block Blasting* ini adalah sebagai berikut :

- a. Kapasitas produksi : 1300 m<sup>2</sup> ( $\pm 2 \times 30$  ton blok *Outfitting* / hari)
- b. Luas bangunan : 1920 m<sup>2</sup>

Fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

- a. *Blasting area*, mesin-mesin yang ada adalah :
  - *Blasting machine*
  - *Dust collector*
- b. *Cleaning area*
- c. *Grit collecting & cleaning system*
- d. *Painting area*, mesin-mesin yang ada adalah :



- *Painting machine*
- 4 unit *Dehumidifier for Painting & Cleaning*

- e. 1 unit *Air compressor & air dryer*
- f. 2 units *Hoist crane* dengan kapasitas 2 ton dan ketinggian maksimum 5.5 m
- g. 1 unit *Overhead crane* dengan kapasitas 50 ton.

#### 7. *Building Dock*

Fasilitas ini digunakan untuk membangun kapal, dimana blok-blok yang telah dibangun dari bengkel *assembly* dan *grand assembly* disusun menjadi sebuah kapal di *Building dock* ini. Spesifikasi pada *Building dock* ini adalah sebagai berikut :

- a. Bangunan :
  - *Building berth* dengan ukuran 300m x 32m x 10,3 m
  - *Pre-erection* dengan ukuran 100m x 32m x 10,3 m
  - *Erection* dengan ukuran 200m x 32m x 10,3 m
- b. Kapasitas produksi : 15.000 ton / tahun

Sedangkan fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

- a. 1 unit *Goliath crane* dengan kapasitas 300 ton dan dengan ketinggian maksimum 80 m, Namun blok yang diangkat dengan crane ini hanya sampai 300 ton.
- b. 1 unit LLC I dengan kapasitas 40 ton dan dengan tinggi maksimum 24 m
- c. 1 unit LLC II dengan kapasitas 20 ton dan dengan tinggi maksimum 40 m
- d. 1 unit LLC III dengan kapasitas 20 ton dan dengan tinggi maksimum 40 m



- e. 3 units *Main pump station* dengan kapasitas pompa 7.200 m<sup>3</sup> / jam
- f. *Main & intermediate gate*
- g. *Sliding shelter*
- h. *Welding unit with gondola system*
- i. 6 unit *Mobile telescope plat form*
- j. 4 unit *Mooring winch*
- k. 4 unit *Capstan*
- l. Vessel carrier

### III. 5. Pengumpulan Data

Pada industri galangan yang dipilih yaitu PT. PAL Indonesia untuk Divisi Kapal Niaga, pengadaan material untuk proses produksi yang akan dijalankan dilakukan secara bebas atau sesuai dengan kebutuhan. Dimana pemesanan barang yang dilakukan adalah sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan untuk masa produksi yang terdekat. Penyimpanan bahan baku atau material hampir bersifat tentatif atau terbatas di area *stock* ( $\pm 3$  hari), mengingat material yang datang adalah material yang siap proses. Bentuk dari alur material terlampir pada Lampiran.

Untuk area *Stock* sendiri, Divisi Kapal Niaga memiliki 2 jenis area yaitu di *Steel Stock House* (untuk material yang akan diproses di bengkel fabrikasi) dan di area terbuka. Area terbuka adalah area yang dapat difungsikan untuk meletakkan





material yang baru datang yang menunggu untuk di proses lebih lanjut (misalkan: identifikasi).

Data yang dibutuhkan untuk pengerjaan Tugas Akhir ini mencakup tentang jumlah kebutuhan material (pelat dan profil), gambar *Block Division*, dan data lain yang diperoleh dari pihak industri galangan terkait (data terlampir pada Lampiran)

Data yang diperoleh untuk pengerjaan Tugas Akhir ini adalah data mengenai proyek terbaru yang sedang berlangsung, yaitu: Kapal DCV (*Dry Cargo Vessel*) 18 500 DWT. Dimana saat ini terdapat 3 seri kapal ini dan data kali ini adalah data untuk kapal ke – 2 yang sedang menjalani proses produksi. Ukuran utama yang dimiliki oleh kapal ini adalah:

LOA	= 147,35	m
LPP	= 140,30	m
B moulded	= 22,50	m
H moulded	= 12,85	m
T design	= 8,25	m
Vs	= 12,6	Knot



## BAB IV

### PENGOLAHAN DATA DAN ANALISA

#### IV. 1 Pengolahan Data

Pada bab sebelumnya telah disampaikan bahwa pengolahan data pada Tugas Akhir ini berdasarkan atas 2 proses perhitungan yaitu Metode Ramalan *Exponential Smoothing* dan Pengolahan Dengan *Continuous Review Model*. Dimana keduanya telah dijelaskan pada Bab II, dan untuk pembahasannya akan dijabarkan lebih lanjut pada bab ini.

Berikut ini adalah data material (pelat dan profil) dari Kapal *Dry Cargo Vessel* (DCV) 18500 DWT. Dimana data yang diambil adalah data dari blok *double bottom* (DB). Berat jenis baja yang diambil untuk menghitung berat dari material adalah  $7.86 \text{ kg/m}^3$ . Berdasarkan list data material pada Lampiran, berikut adalah rekap data yang telah dikelompokkan berdasarkan ketebalannya (T), yaitu:

**Tabel IV. 1** Data Kebutuhan Material Pelat Blok (DB 6)

No.	Dimension (mm)			Specification	Weight (kgs)	Qty (pcs)	Total Weight (kgs)
	T	W	L				
1	12	1450	6300	Grade "A"	861.61	1	861.61
2	12	1450	6500	Grade "A"	888.97	1	888.97
3	12	1500	6000	Grade "A"	848.88	1	848.88
4	12	1520	9800	Grade "A"	1404.99	2	2809.98
5	12	1460	9000	Grade "A"	1239.36	2	2478.73
6	13	1440	5400	Grade "A"	794.55	2	1589.10
7	13	1500	7500	Grade "A"	1149.53	2	2299.05



No.	Dimensions (mm)			Specification	Weight (kgs)	Qty (pcs)	Total (kgs)
	T	W	L				
8	13	1520	10800	Grade "A"	1677.39	2	3354.77
9	13	1520	9000	Grade "A"	1397.82	2	2795.64
10	13	1770	5400	Grade "A"	976.64	2	1953.27
11	13	1770	9000	Grade "A"	1627.73	2	3255.45
12	13	2400	10800	Grade "A"	2648.51	2	5297.01
13	13	2400	9000	Grade "A"	2207.09	4	8828.35
14	14	1520	10800	Grade "A"	1806.42	2	3612.83
15	14	1520	9000	Grade "A"	1505.35	4	6021.39
16	15	1520	8400	Grade "A"	1505.35	2	3010.69
17	15	1520	9100	Grade "A"	1630.79	6	9784.76
18	15	1520	9800	Grade "A"	1756.24	2	3512.48
19	16	1520	10100	Grade "A"	1930.67	1	1930.67
20	16	1520	9000	Grade "A"	1720.40	2	3440.79
21	17	1240	5400	Grade "A"	894.72	1	894.72
22	17	1240	9000	Grade "A"	1491.20	1	1491.20
23	17	1420	5400	Grade "A"	1024.60	1	1024.60
24	17	1420	9000	Grade "A"	1707.66	1	1707.66
25	18	1120	9000	Grade "A"	1426.12	2	2852.24
26	18	1260	5500	Grade "A"	980.46	2	1960.91
27	18	1470	5400	Grade "A"	1123.07	2	2246.14
28	18	1480	9000	Grade "A"	1884.51	4	7538.05
29	18	1510	5400	Grade "A"	1153.63	2	2307.26
30	18	1730	9000	Grade "A"	2202.84	2	4405.69
31	18	1800	5400	Grade "A"	1375.19	2	2750.37
32	20	1500	9000	Grade "A"	2122.20	2	4244.40
33	20	1520	6000	Grade "A"	1433.66	2	2867.33
34	24	1250	5400	Grade "A"	1273.32	2	2546.64
35	24	1250	9000	Grade "A"	2122.20	2	4244.40
36	24	1720	5400	Grade "A"	1752.09	2	3504.18
37	24	1720	9000	Grade "A"	2920.15	2	5840.29
38	24	2080	9000	Grade "A"	3531.34	1	3531.34
39	24	2090	5400	Grade "A"	2128.99	1	2128.99
40	24	2320	9000	Grade "A"	3938.80	4	15755.21
41	24	2320	10800	Grade "A"	4726.56	2	9453.13
42	24	2370	5400	Grade "A"	2414.21	1	2414.21
43	24	2370	9000	Grade "A"	4023.69	1	4023.69

$\Sigma = 158307.10$



**Tabel IV. 2** Data Kebutuhan Material Profil *Bulp Plate*

No.	Dimension (mm)			Specification	Weight (kgs)	Qty (pcs)	Total Weight (kgs)
	T	W	L				
1	10	200	6000	Grade "A"	94.32	2	188.64
2	10	200	9000	Grade "A"	141.48	2	282.96
3	10	240	6000	Grade "A"	113.18	16	1810.94
4	10	240	9000	Grade "A"	169.78	16	2716.42
5	12	260	12000	Grade "A"	294.28	4	1177.11
6	12	260	6000	Grade "A"	147.14	17	2501.37
7	12	260	9000	Grade "A"	220.71	16	3531.34
8	15	430	12000	Grade "A"	608.36	3	1825.09

$\Sigma = 14033.87$

**Tabel IV. 3** Data Kebutuhan Material Profil *Flat Bar*

No.	Dimension (mm)			Specification	Weight (kgs)	Qty (pcs)	Total Weight (kgs)
	T	W	L				
1	10	140	12000	Grade "A"	132.05	6	792.29
2	12	150	12000	Grade "A"	169.78	12	2037.31
3	12	150	6000	Grade "A"	84.89	1	84.89
4	14	100	6000	Grade "A"	66.02	2	132.05
5	14	100	9000	Grade "A"	99.04	2	198.07
6	15	200	12000	Grade "A"	282.96	4	1131.84

$\Sigma = 4376.45$

Jadi total keseluruhan untuk berat material yang diperlukan pada Block DB (*Double Bottom*) 6 adalah:

$$\begin{aligned}\text{Berat total} &= 158307,10 \quad (\text{untuk pelat}) \\ &= 14033,87 \quad (\text{untuk profil } \textit{bulp plate}) \\ &= 4376,45 \quad (\text{untuk profil } \textit{flat bar})\end{aligned}$$



#### IV.1.1 Metode Ramalan *Exponential Smoothing*

Untuk pengolahan dengan metode peramalan *Exponential Smoothing*, data – data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- a. Permintaan (*demand*) untuk setiap periode (diambil mingguan)
- b. *Smoothing factor*  $\alpha$ , dimana:  $0 \leq \alpha \leq 1$ , pada perhitungan kali ini diambil 8 nilai  $\alpha$  dalam interval  $0,01 \leq \alpha \leq 0,3$ .
- c. Permintaan (*demand*) terbaru

Proses pengerjaan untuk metode peramalan ini adalah sebagai berikut:

1. Mencari *demand* per periode yang telah ditentukan, dalam hal ini adalah untuk setiap minggu.
2. Menentukan besarnya *Smoothing factor*  $\alpha$ , untuk beberapa nilai, sehingga didapatkan harga *error* yang terkecil.
3. Menghitung nilai peramalan dan *error* pada setiap periode.
4. Menghitung besar *error*, dimana hanya akan diambil 3 metode perhitungan, yaitu CFE (*Cummulative sum of Forecast Error*), MSE (*Mean Square Error*) dan MAD (*Mean Absolute Deviation*)

Dari perhitungan peramalan tersebut, *smoothing factor*  $\alpha$  yang dipilih adalah yang menghasilkan nilai *error* terkecil, dalam hal ini adalah  $\alpha = 0,29$ . Selain itu pemilihan  $\alpha$ , yang diambil adalah yang memiliki nilai *error* terkecil. Berikut adalah salah satu perhitungan peramalan untuk  $\alpha = 0,29$ ; sedangkan



dengan cara yang sama akan didapatkan hasil yang akan ditampilkan pada Tabel

IV. 18

**Tabel IV. 4** Perhitungan *Exponential Smoothing Forecasting* Untuk  $\alpha = 0,29$

Periode (weeks)	Demand Dt	Forecast (Ft) ke - 8							
		$\alpha = 0,29$			Error				
		$\alpha D_t$	$(1-\alpha) A_{t-1}$	$A_t$	$D_t - F_t$		$(e_t - \hat{e})$	$(e_t - \hat{e})^2$	$[e]$
0	55.56			55.56		et	et^2		
1	209.92	60.88	39.4	100.3	109.60	12012.44	-96.53	9318.63	109.60
2	394.60	114.43	71.2	185.7	208.94	43653.84	2.80	7.84	208.94
3	222.29	64.46	131.8	196.3	26.01	676.28	-180.13	32446.46	26.01
4	131.50	38.13	139.4	177.5	-46.00	2115.75	-252.13	63570.35	46.00
5	131.50	38.13	126.0	164.2	-32.66	1066.55	-238.79	57021.82	32.66
6	17.40	5.05	116.6	121.6	-104.20	10857.12	-310.33	96305.85	104.20
7	14.50	4.21	86.3	90.5	-76.04	5781.96	-282.17	79621.92	76.04
8	10.15	2.94	64.3	67.2	-57.08	3257.71	-263.21	69279.87	57.08
9	10.15	2.94	47.7	50.7	-40.52	1642.21	-246.66	60840.44	40.52
10	7.25	2.10	36.0	38.1	-30.83	950.56	-236.97	56152.67	30.83
11	36.46	10.57	27.0	37.6	-1.15	1.32	-207.28	42966.06	1.15
12	22.05	6.39	26.7	33.1	-11.05	122.08	-217.18	47168.60	11.05
13	30.45	8.83	23.5	32.3	-1.88	3.54	-208.01	43270.20	1.88
14	53.87	15.62	23.0	38.6	15.29	233.81	-190.84	36421.24	15.29
15	181.11	52.52	27.4	79.9	101.20	10241.71	-104.93	11010.94	101.20
16	198.65	57.61	56.7	114.3	84.30	7107.18	-121.83	14842.62	84.30
17	118.53	34.37	81.2	115.6	2.97	8.82	-203.16	41276.00	2.97
18	246.68	71.54	82.0	153.6	93.09	8666.31	-113.04	12778.35	93.09
19	379.34	110.01	109.0	219.1	160.29	25692.32	-45.85	2101.87	160.29
20	273.53	79.32	155.5	234.9	38.68	1495.94	-167.46	28041.82	38.68
21	92.35	26.78	166.7	193.5	-101.18	10237.16	-307.31	94441.41	101.18
22	8.10	2.35	137.4	139.8	-131.65	17332.06	-337.79	114099.13	131.65
					206.13	163156.66	-4328.82	1012984.09	1474.60
					$\hat{e}$				

Menghitung nilai *error*, yaitu:

$$\text{a) CFE} = \sum_{t=1}^n e_t = 9,37 \quad \text{b) MSE} = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n} = 7416,21$$

$$\text{c) MAD} = \frac{\sum_{t=1}^n |r_t|}{n} = 67,03$$



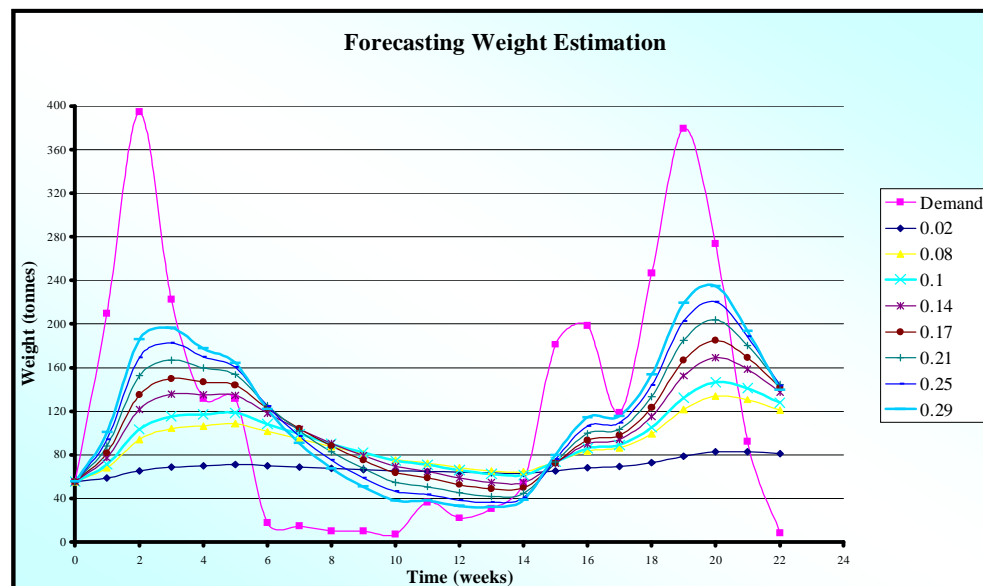
Berikut adalah hasil perhitungan nilai *error* untuk variasi nilai  $\alpha$  yang lain

**Tabel IV. 5** Data Hasil Perhitungan *error*

NO.	$\alpha$	ERROR		
		CFE	MAD	MSE
1	0.02	57.43	99.61	17141.67
2	0.08	34.06	93.92	13952.67
3	0.1	29.55	91.39	13210.27
4	0.14	22.87	85.93	11845.43
5	0.17	19.13	83.08	10877.36
6	0.21	15.15	78.34	9645.91
7	0.25	11.97	72.87	8489.19
8	0.29	9.37	67.03	7416.21

Tabel diatas menunjukkan bahwa nilai *error* terkecil adalah untuk *smoothing factor* ( $\alpha$ ) = 0,29 yaitu CFE = 9,37; MAD = 67,03; dan MSE = 7416,21. Sehingga hasil peramalan tersebut yang dipilih.

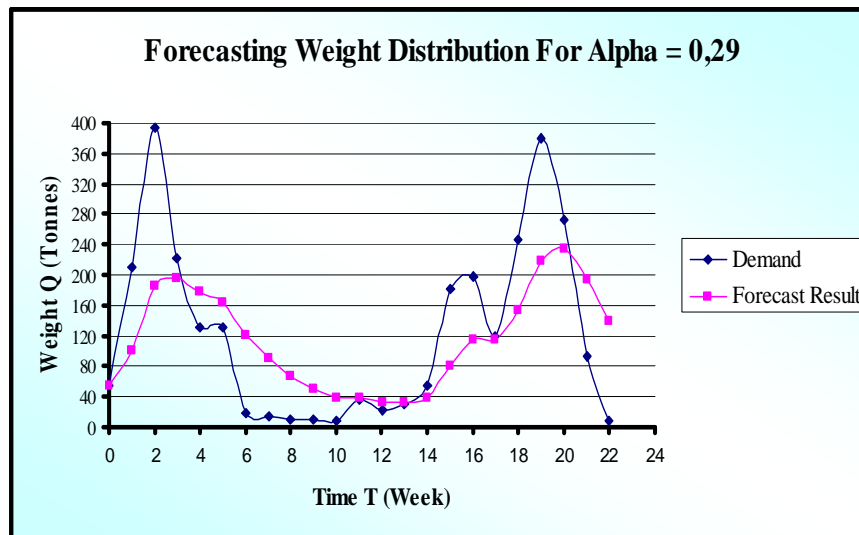
**Grafik IV. 1.** Grafik Distribusi Berat Untuk Variasi Nilai  $\alpha$





Dari Grafik IV. 1. terlihat bahwa semakin besar nilai  $\alpha$ , maka besar nilai peramalan semakin mendekati keadaan permintaan yang sebenarnya. Ini berarti bahwa pada kondisi yang akan datang, untuk nilai permintaan yang sebelumnya (yang dijadikan dasar perhitungan) keadaan permintaan yang akan datang dapat disejajarkan (didekati) dengan peramalan dimana nilai  $\alpha = 0,29$ .

**Grafik IV. 2.** Grafik Distribusi Berat Untuk  $\alpha = 0,29$



Dari grafik diatas terlihat bahwa distribusi berat material yang dikerjakan memiliki kecenderungan berulang untuk periode tertentu. Berat optimum dari kuantitas material yang ada dapat diketahui dengan cara memperhatikan semua hasil peramalan untuk  $\alpha$  yang digunakan, yaitu dari pendekatan hasil pada periode yang ditentukan. Berat optimum yang dapat dicapai terletak pada  $T = 20$  yaitu 234,85 ton dan berat minimum yang terjadi adalah pada  $T = 13$  yaitu 32,33 ton.





#### IV.1.2 Pengolahan Dengan *Continuous Review Model*

Untuk pengolahan dengan metode *Continuous Review*, data – data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- a.  $h$  = biaya penyimpanan (*holding cost*)
- b.  $\pi$  = biaya karena kekurangan persediaan.
- c.  $D$  = *average demand rate (units/year)*.
- d.  $A$  = *ordering cost per order*.
- e.  $x$  = *mean demand* saat melebihi waktu tenggang.
- f.  $f(x)$  = *pdf* dari permintaan  $x$  selama waktu tenggang.
- g.  $r$  = *reorder inventory level*.
- h.  $S(x)$  = *shortage quantity per cycle*.
- i.  $\hat{S}(x)$  = *expected shortage per cycle*.
- j.  $N$  = jumlah pemesanan per tahun =  $D/Q$

Sedangkan langkah pengerjaan yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Menentukan besar *demand*, dimana telah diklasifikasikan berdasarkan beban kerja yang terjadi selama 1 minggu. Berdasarkan data *Monthly Schedule* pada Lampiran, diketahui data demand adalah sebagai berikut:

**Tabel IV. 6.** Data *Demand* Pada Minggu ke-49 (Desember 2005) ~ ke-18 (April 2006)

No.	Periode (Minggu ke- )	Demand (Ton)
1	M49	209,92
2	M50	394,60
3	M51	222,29



No.	Periode (Minggu ke- )	Demand (Ton)
4	M52	131,50
5	M53/01	131,50
6	M02	17,40
7	M03	14,50
8	M04	10,15
9	M05	10,15
10	M06	7,25
11	M07	36,46
12	M08	22,05
13	M09	30,45
14	M10	53,87
15	M11	181,11
16	M12	198,53
17	M13	118,53
18	M14	246,68
19	M15	379,33
20	M16	273,53
21	M17	92,35
22	M18	8,10

2. Menentukan besar biaya yang digunakan, yaitu:

- » Biaya Penyimpanan barang (*Holding cost* -  $h$ ). Biaya – biaya yang masuk dalam jenis biaya ini dipilih sesuai dengan kebutuhan yang ada. Besar biaya ini sekitar 20 – 30 % dari total biaya produksi (JR. Tony Arnold, CFFIM, CIRM, 1996). Sesuai dengan Tabel II. 2 pada Bab II, maka besar total biaya ini diambil 20 % dari biaya produksi. Biaya produksi disini diambil dari pendekatan harga kapal DCV 18 500 DWT, yaitu sebesar USD 18 000 000,00. Berikut pendekatannya:

- Waktu kerja dalm setahun = 53 minggu



- Biaya produksi diambil 80% dari harga kapal

$$= \text{USD } 2716,98 / \text{weeks}$$

- Biaya material adalah 65% dari biaya produksi, maka:

$$= \text{USD } 1766,04$$

- h = (20 – 30)% x biaya material

$$= 20\% \times \text{USD } 1766,04$$

$$= \text{USD } 353,21$$

- » Biaya Pembelian Barang (*Ordering Cost* - A). Rumus biaya pembelian barang adalah:

$$A = \text{harga barang} + \text{Biaya proses} + \text{keuntungan.}$$

Dimana:

$$\text{Harga barang} = \text{USD } 600 \text{ per ton}$$

$$\text{Biaya proses } 50\% \text{ dari harga barang} = \text{USD } 300 \text{ per ton}$$

$$\text{Keuntungan } 15\% = \text{USD } 90 \text{ per ton}$$

- » Biaya Karena kekurangan persediaan (*shortage cost* -  $\pi$ ). Biaya ini diambil 5% dari biaya pembelian barang.

3. Menentukan nilai  $f(x)$ , yaitu besarnya *demand* pada *lead time* untuk periode tertentu.
4. Menentukan persamaan  $\hat{S}(x)$ , dimana asumsi awal bernilai 0.
5. Menghitung nilai  $Q^*$  (kuantitas optimum).



Dalam mencari  $Q^*$ , perhitungan dilakukan dengan cara iterasi dari persamaan yang ada. Perhitungan  $\hat{S}(x)$  dan  $Q^*$  akan dihentikan saat nilai  $Q$  dan  $r$  dari variabel persamaan untuk 2 iterasi yang berurutan, memiliki nilai yang berdekatan. Berikut adalah contoh perhitungan dengan metode *Continuous Review Model*:

Diketahui:

$$- A = \text{USD } 990,00$$

$$- h = \text{USD } 353,21$$

$$- \pi = \text{USD } 49,5$$

$$- D = 209,92 \text{ ton}$$

Solusi:

$$\hat{S}(x) = \int_r^x (x-r)f(x)dx \quad \dots\dots\dots (2.12)$$

$$= \int_{r^*}^x (x-r^*) \times \frac{1}{69.44} dx$$

$$= 34,7 - 0,99 r^* + (0,72 \times 10^{-2}) r^* \quad \dots\dots\dots (a)$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times D(A + \pi \times S(x))}{h}} \quad \dots\dots\dots (2.18)$$

$$= \sqrt{1176,755 + 58,83 \times S(x)} \quad \dots\dots\dots (b)$$

Dari rumus (2.16), diperoleh persamaan berikut:



$$\int_{r^*}^x \frac{1}{69,44} dx = \frac{2Q}{\pi D} \quad , \text{ sehingga:}$$

$$r^* = 69,44 - 0,013365 Q. \quad \dots\dots\dots(c)$$

Dari persamaan – persamaan diatas maka dilakukan iterasi sebagai berikut:

**Iterasi 1:**

Asumsi awal  $Q = 0$ , maka:

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2 \times A \times D}{h}} \quad , \text{ maka } Q_1 = 34,30 \text{ ton}$$

Substitusi  $Q_1$  ke persamaan (c), diperoleh:

$$r^* = 68,98 \text{ ton}$$

**Iterasi 2:**

Substitusi nilai  $r_1$  pada persamaan (a), diperoleh:

$$\hat{S}_1 = 0,001513$$

Substitusi  $\hat{S}_1$  untuk mendapatkan  $Q$  pada persamaan (b), maka:

$$Q_2 = 34,30515 \text{ ton}$$

Dengan persamaan (c), substitusikan nilai  $Q_2$ , maka:

$$r_2 = 68,98 \text{ ton}$$

**Iterasi 3:**

Substitusi nilai  $r_1$  pada persamaan (a), diperoleh:



$$\hat{S}_1 = 0,001513$$

Substitusi  $\hat{S}_1$  untuk mendapatkan Q pada persamaan (b), maka:

$$Q_2 = 34,30515 \text{ ton}$$

Dengan persamaan (c), substitusikan nilai  $Q_2$ , maka:

$$r_2 = 68,98 \text{ ton}$$

Karena nilai Q dan r telah untuk 2 iterasi berurutan memiliki nilai yang mendekati maka iterasi dihentikan. Pada perhitungan diatas didapatkan nilai kuantitas (Q) adalah 34,30 ton dan *reorder point* (r) adalah 69,98 ton.

Melalui cara yang sama seperti perhitungan diatas, maka untuk perhitungan Q dan r untuk *demand* yang lain nilainya adalah sebagai berikut

**Tabel IV. 7** Data Hasil Perhitungan Q Dan r Untuk Setiap Demand

No.	Periode (Minggu ke-	Demand (Ton)	Q (ton)	r (ton)
1	M49	209,92	34.3	69.98
2	M50	394,60	47.03	69.105
3	M51	222,29	35.301	68.99
4	M52	131,50	27.15	68.86
5	M53/01	131,50	27.15	68.86
6	M02	17,40	9.88	67.846
7	M03	14,50	9.019	67.694
8	M04	10,15	7.548	67.35
9	M05	10,15	7.548	67.35
10	M06	7,25	6.38	66.97
11	M07	36,46	14.299	68.339
12	M08	22,05	11.12	68.02
13	M09	30,45	13.06	68.23
14	M10	53,87	17.38	68.53
15	M11	181,11	31.86	68.946
16	M12	198,53	33.37	68.968



No.	Periode (Minggu ke-	Demand (Ton)	Q (ton)	r (ton)
17	M13	118,53	25.778	68.83
18	M14	246,68	37.187	69.017
19	M15	379,33	46.115	69.09
20	M16	273,53	39.16	69.038
21	M17	92,35	22.755	68.75
22	M18	8,10	6.745	67.1

Dari data pada tabel diatas terlihat bahwa nilai *reorder point* r memiliki kecenderungan sama atau mendekati satu sama lain walaupun nilai Q beragam. Nilai yang saling bersamaan tersebut berarti bahwa level *reorder* untuk data ini berkisar antara 65 – 70 ton untuk menghindari terjadinya *stockout* persediaan. Sedangkan untuk persediaannya sendiri Q bervariasi, dimana yang terendah 6,38 ton pada  $T = 10$  dan tertinggi adalah 47,03 ton pada  $T = 2$ . Sehingga selama *lead time*, proses produksi tetap berlangsung dengan aman.

#### IV. 2 Analisa Data

Dari perhitungan data yang dilakukan yaitu dengan *Exponential Smoothing Forecasting* dan *Continuous Review Model* terdapat beberapa poin yang dianalisa. Pada Tugas Akhir kali ini analisa dilakukan berdasarkan 2 segi yaitu segi kualitatif dan segi kuantitatif.

Analisa dilakukan mengingat pentingnya peranan pengolahan persediaan (inventori) material pada proses pembangunan lambung kapal secara khusus dan industri secara umum. Berdasarkan metode yang dipilih, yaitu *Exponential*



*Smoothing Forecasting* dan *Continuous Review Model*, akan dipilih metode yang lebih baik demi kelancaran proses produksi. Kedua analisa yang dilakukan, diharapkan dapat menyajikan hasil penelitian dari 2 segi yang diteliti.

#### IV. 2. 1 Analisa Dari Segi Kualitatif

Secara kualitatif, analisa dilakukan berdasarkan tentang prosedur pengerjaan dari masing – masing metode yang dipilih. Terdapat beberapa point yang perlu diperhatikan dalam segi ini. Berikut adalah uraian beberapa point yang diperhatikan dalam prosedur pengerjaan, sehingga dapat terlihat kelebihan dan kekurangan dari kedua metode yang ada.

**Tabel IV. 8** Perbandingan *Exponential Smoothing Forecasting* dan *Continuous Review Model*

No.	Alur Pengerjaan	<i>Exponential Smoothing Forecasting</i>	<i>Continuous Review Model</i>
1.	Pengumpulan data	- Mudah, bila perhitungan diperuntukkan untuk jangka waktu yang singkat (< 12 bulan) dan sebaliknya menyulitkan bila jangka waktu data yang dihitung lebih panjang (>12 bulan). Karena banyak sedikitnya data yang	- memudahkan, karena data yang dibutuhkan tidak tergantung sepenuhnya dari waktu yang ada.





No.	Alur Pengerjaan	<i>Exponential Smoothing Forecasting</i>	<i>Continuous Review Model</i>
2.	Proses pengolahan data	<p>dibutuhkan tergantung dari jangka waktu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sesuai point (1), pengolahan juga tergantung dari jangka waktu perhitungan. Semakin panjang semakin banyak waktu yang diperlukan untuk mengklasifikasikan data yang ada. Apalagi bila data tersebut kompleks. Selain itu penentuan faktor <i>smoothing</i> juga bias memperlama proses pengolahan data.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- menguntungkan, karena proses pengolahan cenderung lebih singkat dari <i>Exponential Smoothing Forecasting</i>.</li> </ul>
3.	Hasil Pengolahan data	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hasil berupa kuantitas maksimum yang bisa diterapkan untuk periode mendatang, dan mudah diterima oleh pihak manajemen produksi. Sehingga dapat melakukan mengendalikan laju produksi sejak awal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seperti halnya dalam <i>Exponential Smoothing Forecasting</i>, hasil perhitungan berupa kuantitas maksimum yang bisa diterima. Selain itu juga dapat diprediksikan besar <i>reorder point level</i>, yang dapat menghindarkan</li> </ul>

## ANALISA PENERAPAN MODEL INVENTORI MATERIAL DENGAN METODE CONTINUOUS REVIEW MODEL PADA PEMBANGUNAN LAMBUNG KAPAL

No.	Alur Pengerjaan	<i>Exponential Smoothing Forecasting</i>	<i>Continuous Review Model</i>
4.	<p>Alur Produksi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Penanganan material</li>         <li>- Proses produksi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak adanya penentuan <i>reorder level</i>, dapat menyulitkan. Perlu adanya perhatian khusus atas pengadaan material yang ada digudang, sehingga <i>stockout</i> material tidak terjadi.</li>         <li>- Tidak adanya spesifikasi khusus atas jenis material yang ada dapat memperlambat proses produksi. Karena harus memeriksa persediaan material digudang terlebih dahulu. Kecuali bila dilakukan spesifikasi perhitungan atas jenis material tertentu.</li> </ul>	<p>proses produksi dari terjadinya <i>stockout</i> material.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Meski <i>reorder level</i> telah dapat ditentukan sebelumnya, masih perlu adanya kontrol atas kapasitas material yang ada. Hanya saja kontrol dilakukan untuk melihat apakah kapasitas <i>in hand</i> material sesuai dengan penentuan sebelumnya.</li>   <li>- Seperti halnya <i>Exponential Smoothing Forecasting</i>, perlu diperhatikan ada tidaknya dilakukan spesifikasi atas jenis material yang ada.</li> </ul>



#### IV. 2. 1 Analisa Dari Segi Kuantitatif

Analisa kedua yang dilakukan untuk melihat kelebihan dan kekurangan dalam penerapan dari metode inventori kontrol yang dipilih, maka dilakukan analisa kuantitatif. Pada bagian ini akan dijelaskan tentang seberapa besar perbedaan kuantitas material, sehingga proses produksi dapat berjalan lancar. Perbedaan besar kuantitas akan ditampilkan pada tabel berikut:

**Tabel IV. 9** Perbandingan Kuantitas Maksimum Yang Diperoleh Antara *Exponential Smoothing Forecasting* dan *Continuous Review Model*

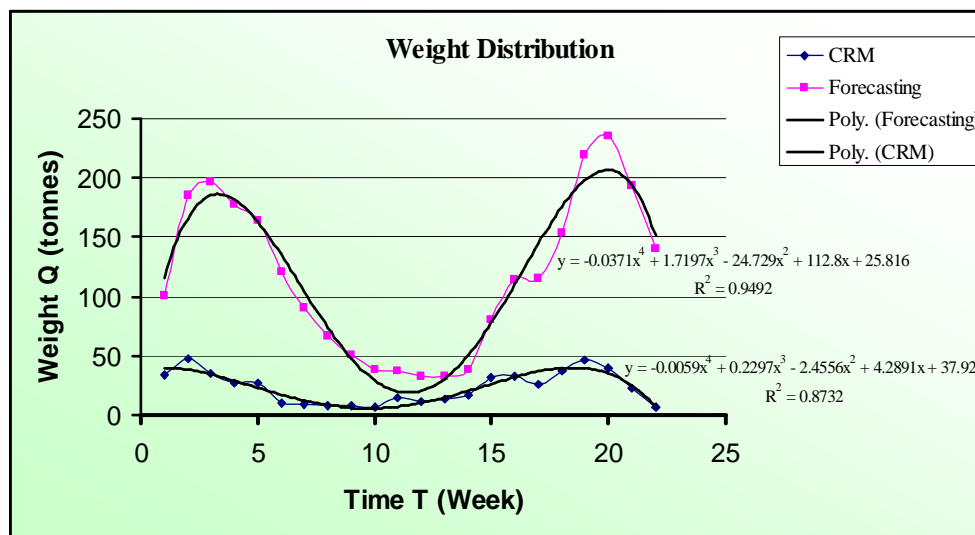
No.	Periode Minggu ke-	Demand	Kuantitas Q (ton)	
			<i>Exponential Smoothing Forecasting</i>	<i>Continuous Review Model</i>
1	M49	209.92	100.32	34.3
2	M50	394.60	185.66	47.03
3	M51	222.29	196.28	35.301
4	M52	131.50	177.50	27.15
5	M53/01	131.50	164.16	27.15
6	M02	17.40	121.60	9.88
7	M03	14.50	90.54	9.019
8	M04	10.15	67.23	7.548
9	M05	10.15	50.67	7.548
10	M06	7.25	38.08	6.38
11	M07	36.46	37.61	14.299
12	M08	22.05	33.10	11.12
13	M09	30.45	32.33	13.06
14	M10	53.87	38.58	17.38
15	M11	181.11	79.91	31.86
16	M12	198.65	114.35	33.37
17	M13	118.53	115.56	25.778
18	M14	246.68	153.58	37.187
19	M15	379.34	219.05	46.115
20	M16	273.53	234.85	39.16
21	M17	92.35	193.52	22.755
22	M18	8.10	139.75	6.745

Dari tabel diatas terlihat bahwa terdapat perbedaan kuantitas yang besar antara kedua metode inventori kontrol yang dipilih. Dimana hasil perhitungan



*Exponential Smoothing Forecasting* (ESF) memiliki nilai yang lebih besar dari hasil perhitungan dengan *Continuous Review Model* (CRM). Ini berarti keadaan persediaan untuk metode peramalan lebih stabil atau terjaga dari kemungkinan terjadinya kekurangan material di gudang. Dari segi ekonomis pengeluaran (biaya produksi) akan jauh lebih besar mengingat kuantitas material yang dipesan dan disimpan lebih besar. Sebaliknya untuk *Continuous Review Model*, dengan kuantitas yang lebih sedikit, namun kondisi persediaan di gudang juga tetap terjaga. Hal ini dikarenakan titik pemesanan ulang telah diprediksi. Dari segi ekonomis, biaya produksi cenderung lebih kecil. Untuk lebih memperjelas kondisi tersebut dapat dilihat pada grafik berikut

**Grafik IV. 3.** Grafik Perbedaan Distribusi Berat Antara *Exponential Smoothing Forecasting* Dan *Continuous Review Model*



Dari grafik terlihat ada perbedaan besar pada T tertentu, yaitu pada T ke-20, dimana hasil ESF menunjukkan besar kuantitas adalah 234,85 ton dan CRM



sebesar 39,16 ton. Untuk perbedaan terkecil terjadi pada  $T = 13$ , yaitu ESF sebesar 32,33 ton dan CRM sebesar 13,06 ton.

Berdasarkan grafik, maka kuantitas tersebut adalah yang memenuhi batas untuk ada pada keadaan *safety stock*.

Dari grafik tersebut diatas terlihat bahwa pola *demand* (permintaan) untuk peramalan yang dihasilkan yang terjadi pada proses produksi yang terjadi di Bengkel Fabrikasi menunjukkan adanya pola siklik, dimana bentuk kurva yang menyerupai kurva sinusoidal.



## BAB V

### PENUTUP

#### V. 1. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengamatan dan perhitungan sesuai dengan metode kontrol inventori yang dipilih, yaitu *Exponential Smoothing Forecasting* dan *Continuous Review Model*, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan.berikut:

1. Metode *Exponential Smoothing Forecasting* adalah suatu proses penentuan seberapa besar kuantitas persediaan material yang dapat dipesan atau ada digudang untuk menghindari terjadinya *stockout* material.
2. Metode *Continuous Review Model* adalah suatu metode perhitungan untuk penentuan seberapa besar kuantitas material yang harus disimpan untuk mengantisipasi terjadinya *stockout* material. Pada metode ini juga didapatkan level *reorder point* material.
3. Perbandingan antara *Exponential Smoothing Forecasting* dan *Continuous Review Model* secara kualitatif (prosedur pelaksanaan) adalah:
  - a) *Exponential Smoothing Forecasting* lebih menguntungkan karena hanya melakukan perhitungan secara intern. Dimana Faktor pasar tidak seberapa diperhatikan lebih lanjut.



- b) *Continuous Review Model* lebih detail mengingat faktor pasar juga diperhatikan dan dilibatkan dalam proses perhitungan.
4. Perbandingan antara *Exponential Smoothing Forecasting* dan *Continuous Review Model* secara kuantitatif adalah:
- a) *Exponential Smoothing Forecasting* lebih menguntungkan karena dari sisi pemesanan material dan pembelian. Hal tersebut terjadi karena pemesanan dan pembelian dilakukan dalam jumlah yang cenderung lebih besar.
  - b) *Continuous Review Model* lebih memudahkan dalam hal pembiayaan penyimpanan material karena lebih sedikit dan dari sisi pembiayaan pemeliharaan juga lebih sedikit.
  - c) Dari besar kuantitas yang ada, untuk *Exponential Smoothing Forecasting* kuantitas terbesar adalah 234,85 pada  $T = 20$  dan untuk *Continuous Review Model* adalah sebesar 46,115 pada  $T = 19$ .
  - d) Dari perhitungan yang dilakukan perbedaan terbesar antara kedua metode adalah pada  $T$  ke-20, dimana hasil *Exponential Smoothing Forecasting* menunjukkan besar kuantitas adalah 234,85 ton dan *Continuous Review Model* sebesar 39,16 ton

Adapun prosedur pelaksanaan pengerjaan dengan metode *Continuous Review Model* adalah:

---



- a. Mengklasifikasikan besar permintaan dan periode perhitungan. Disini dapat ditentukan terlebih dahulu apakah klasifikasi dibuat berdasarkan permintaan yang terjadi dengan memperhatikan jenis dari material yang dibutuhkan atau juga tidak.
- b. Membuat analisa perkiraan biaya – biaya yang terlibat, disini perlu diperhatikan kondisi pasar yang sebenarnya.
- c. Melakukan perhitungan dengan metode *Continuous Review Model*, sesuai dengan langkah – langkah yang telah disebutkan pada Bab II. 3
- d. Melakukan iterasi untuk mendapatkan Q dan r yang maksimum berdasarkan data yang ada.

## V. 2. Saran

Mengingat besarnya peranan pengadaan material pada suatu industri pada umumnya dan industri galangan khususnya, maka berikut adalah saran yang diharapkan dapat dijadikan pertimbangan.

1. Untuk data – data dan arsip – arsip yang berhubungan dengan material. Mulai dari perencanaan sampai pada penerimaan, hendaknya diperhatikan dan disim[pan dengan baik. Sehingga mempermudah proses penyusunan *Master Production Schedule*, yang diperlukan untuk menentukan komponen, waktu produksi dan jumlah sediaan yang diperlukan.





2. Untuk industri secara umum, peramalan *Eksponential Smoothing* dapat diterapkan secara menyeluruh, terutama yang bergerak di bidang *mass product*. Sedangkan untuk industri galangan *Continuous Review Model* lebih *applicable*, apalagi untuk industri galangan dengan modal terbatas dan pengaturan biaya produksi yang ketat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Heizer, Jay. & Render, Barry. (2001). *Principles of Operation Management*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- Elsayed, E. A. & Boucher, T. O. (1994). *Analysis And Control Of Production Systems*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Sumanyang, Lalu. (2003). *Dasar – Dasar Manajemen Produksi Dan Operasi..* Jakarta: PT. Salemba Emban Patria.
- Soejitno. *Ship Production*. Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Baroto, Teguh. (2002). *Perencanaan Dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Sipper, Daniel & Bulfin, Robert L. (1998). *Production: Planning, Controll, And Integration*, International Editions, The McGraw – Hill Companies, Inc.
- Makridakis, Spyros. Wheelwright C, Steven. Mcgee E, Victor. (1999). *Metode Dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Supriyanto, Agus & Masruchah, Ida. (2000). *Manajemen Purchasing*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo
- Arnold JR, Tony. *Introduction To Material And Management*. 2 Edition. New Jersey: Prentice – Hall, Inc.